

- Komán Sz., Molnár S. (2008) A nyárfajták faminőségi és fatechnológiai tulajdonságai és felhasználásuk. In: Tóth B. (szerk.) Nemesnyár-fajták ismeretetője. Budapest. Agroinform Kiadó. 2008. 83-90
- Militz H. (2002) Heat treatment of wood: European processes and their background. In: International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 02-40241
- Molnár S., Bariska M. (2005) Magyarország ipari fái Szaktudás Kiadó Ház Rt. Budapest
- Németh K. (1998) A faanyag degradációja. Szaktudás Kiadó. Budapest
- Németh R., Bak M., Tolvaj L., Molnár S. (2009) The effect of thermal treatment using vegetable oils on physical and mechanical properties of Poplar and Robinia wood. *Pro Ligno* 5(2): 33-37
- Pfriem A., Grothe T., Wagenführ A. (2007) Einfluss der thermischen Modifikation auf das instationäre Sorptionsverhalten von Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.). *Holz als Roh- und Werkstoff* 65(4): 321-323
- Sailer M., Rapp AO., Leithoff H., Peek RD. (2000) Upgrading of wood by application of an oil-heat treatment. *Holz als Roh- und Werkstoff* 31(1): 15-22.
- Stamm AJ., Hansen LA. (1937) Minimizing wood shrinkage and swelling: Effect of heating in various gases. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 29(7): 831-833
- Tiemann H. (1920) Effect of different methods of drying on the strength and hygroscopicity of wood. In: 3rd Ed. The kiln drying of lumber Chap. 11. J. P. Lippincott Co.
- Timar MC., Tuduce TA., Porojan M., Lidia G. (2010) An investigation of consolidants Penetration in wood. Part 1: general methodology and Microscopy. *PRO LIGNO* 6(4): 13-27
- Timar MC., Tuduce TA., Paľachia S., Croitoru C. (2011) An investigation of consolidants Penetration in wood Part 2: FTIR spectroscopy. *PRO LIGNO* 7(1): 25-38
- Tolvaj L., Molnár S., Németh R., Varga D. (2010) Color modification of black locust depending on the steaming parameters. *Wood Research* 55(2): 81-88.
- Varga D., Németh R., Molnár S., Tolvaj L. (2009) Bükk (*Fagus silvatica* L.) faanyag színének homogenizálása gőzöléssel. *Faipar* 56 (2): 20-27

## Formaldehid-koncentráció egy új építésű vázszerkezetes épületben

PATKÓ Csilla<sup>1</sup>, PÁSZTORY Zoltán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NymE FMK Innovációs Központ

### Kivonat

A formaldehid a legismertebb káros anyag, mely fa és faalapú építőanyagokból kipárolgathat. A cikk áttekintést ad a formaldehidről általánosságban, egészségre gyakorolt hatásáról, lehetséges forrásairól, valamint a vonatkozó előírásokról. A természetes faanyagnak is van formaldehid kibocsátása. Az esettanulmányban egy olyan új építésű, könnyűszerkezetes faház beltéri formaldehid-koncentrációját vizsgáltuk a téli és nyári időszak alatt, amiben a helyiségek fa burkolata kezeletlen faanyagból készült. A téli időszak alatt mért formaldehid-koncentráció értékei (11–130 µg/m<sup>3</sup>) emelkedő tendenciát mutattak a kezdeti mért értékhez képest (34 µg/m<sup>3</sup>), míg a nyári időszak alatt újra lecsökkentek (24–51 µg/m<sup>3</sup>). A nyári időszak alatt a természetes szellőztetés hatására csökkent a koncentráció. A külső levegő hőmérsékletének emelkedése nem volt hatással a formaldehid-koncentrációra.

**Kulcsszavak:** formaldehid, emisszió, faalapú építőanyagok, természetes faanyag

## Formaldehyde concentration in a newly built wooden frame house

### Abstract

Formaldehyde is one of the well-known adverse chemicals, which can be emitted from wood and engineered wood building-products. The article gives an overview of formaldehyde in general, impacts, sources, regulations. The natural wood itself emits formaldehyde. The emitted formaldehyde concentrations were measured in a wooden frame-house - with untreated wood coverings in the rooms - during winter and summer time. The concentrations of formaldehyde ( $11\text{--}130\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) surpassed the initial value during winter ( $34\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), while the concentrations measured during summer time decreased ( $24\text{--}51\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In the summer time the concentration of formaldehyde decreased due to the natural ventilation. The dramatic rising of the external temperature had no influence on the concentration of formaldehyde.

**Key words:** formaldehyde, emission, wood based construction materials, untreated wood

### Bevezetés

Életünk 80-90%-át épületekben töltjük, miközben a szigorodó energetikai szabályozások miatt az épületek légtömörsége és szigeteltsége egyre nő. A csökkent légcsere következtében az épület beltéri levegőjében felhalmozódhatnak légszennyező anyagok. Már az 1980-as évek elején felismerték, hogy beltéri légszennyező anyagok az épületek építőanyagaiból is származhatnak, sőt a beltéri káros anyag koncentrációja – egyes esetekben – magasabb is lehet a kültérinél (Repac 1982). Ilyen káros anyagnak számít a formaldehid is. Az új építésű házak beltéri levegőjében sokkal magasabb koncentrációban fordulnak elő légszennyező anyagok (Rothweiler et al. 1992, Tuomaninen et al. 2001).

Az elmúlt évtizedekben széles körben terjedtek el a különböző fa és faalapú építőanyagok (OSB, MDF, faforgácslap, stb.) használata az építőiparban. A faalapú kompozitokat nemcsak szerkezeti építőelemként, hanem belsőépítészeti anyagként, bútorelemként is használják (Qian 2006). Számos szakirodalom foglalkozik a faalapú építőanyagok formaldehid emissziójával (Zhongkai et al. 2012, Hematabadi et al. 2012, Guo et al. 2007). A természetes faanyagnak is van formaldehid kibocsátása, mely a fafajok szerint eltérő mértékű lehet. Elkülönülnek ezen a téren a gyanta tartalmú fenyők és a különféle savtartalmú keménylombosok. A tanulmány célja bemutatni egy könnyűszerkezetes faházban mért formaldehid-koncentráció értékeit a téli és nyári időszak alatt, amiben a helyiségek faburkolata kezeletlen faanyagból készült.

### Formaldehid

A formaldehid ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) egy szerves vegyület, szén-, hidrogén- és oxigénatomokból épül fel, a legegyszerűbb aldehid. Színtelen gáz, kellemetlen, csípős szagú, éghető, szobahőmérsékleten jelentősen reaktív. További jellemzők: sűrűség (folyékony)  $0,8\text{ g}/\text{cm}^3$ , molekuláris tömeg  $30,03\text{ g}/\text{mol}$ , olvadási pont  $-92\text{ }^\circ\text{C}$ , forráspont  $-19,1\text{ }^\circ\text{C}$ , vízben oldódik ( $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on,  $400\text{ g}/\text{l}$ ). Mindenütt jelen van a környezetben, elsődlegesen természetes folyamatok (a Föld légkörében található metán, szénhidrogén, napfény és oxigén hatására keletkezik) és emberi tevékenységek indukálják (kipufogó gáz, cigarettafüst, erdőtüzek, szmog). Természetes úton létrejön növényi és állati szervezetek anyagcsere termékeként, sőt az emberi szervezetben is megtalálható ilyen formában. Jelentős mértékű az ipari előállítása gyanták, fertőtlenítők és fixálók készítésére (Breuer 1995). Az élelmiszeripar tartósítószerként alkalmazza, jele: E240 (Takáts 1994).

### A formaldehid felhasználása

Világszerte nagy mennyiségben gyártják a formaldehidet széles körű felhasználhatósága miatt.

Az építőiparban nagy jelentősége van kötőanyagként és szigetelőanyagként. A legtöbb formaldehidet a polimerek és más anyagok szintetizálásához használják fel. Fenol, karbamid vagy melamin hozzáadásával ragasztóanyagot állítanak elő. Hab formájában kitűnő hőszigetelő. Mindezekben túl festékekben és egyes robbanóanyagokban is megtalálható.

A faiparban a furnérlemezek, bútorok és egyéb fatermékek ragasztóanyaga (műgyanta), a máso-

dik világháború után terjedt el alacsony előállítási költsége miatt (Emery 1986, Guo et al. 2007).

#### *A formaldehid beltéri forrásai*

A formaldehid beltéri emisszióját már az 1970-es években mérték. Megállapították, hogy jóval magasabb koncentrációban van jelen, mint kültérben (Anderson et al. 1975). Ennek oka a jelentős mennyiségű agglomerált falemez használata belsőépítészeti építőanyagként, ami karbamid-formaldehid (UF) ragasztóanyagot tartalmaz. Másik fő forrása a karbamid-formaldehid hab hőszigetelő anyagok (Namiesnik et al. 1992). Több tanulmány is foglalkozik a karbamid-formaldehid (UF) és fenol ragasztóanyag tartalmazó agglomerált falemezek formaldehid emissziójával (Kim és Kim 2005a, Kim és Kim 2005b, Kelly 1999). Az UF ragasztóanyag egy aminoplasztikus ragasztóanyag, mely a formaldehid és karbamid monomerek reakciójából származik. Az 1990-es évek végén 6 milliárd tonnát állítottak elő belőle évente (Dunky 1998). A formaldehid kétféleképpen emittálódhat az építőlemezektől: (1) szabad formaldehidként kipárolog, (2) az UF gyanta polimer rendszeréből hidrolízis útján szabadul fel. Az első folyamat főként új anyagoknál jellemző, míg a második hosszabb ideig tartó folyamat. Az emisszióra nagy hatással van a beltéri levegő hőmérséklete és relatív páratartalma, a légcsera, az épület kora (mivel a formaldehid-kibocsátás idővel csökken), valamint az évszakok váltakozása.

#### *Egészségre káros hatások*

Belélegezve és lenyelve mérgező, égési sérülést, bőrrel érintkezve túlérzékenységet okozhat. A formaldehidet a légtérből belélegezve az orrnyálkahártya veszi fel, de percek alatt lebomlik. Ennek következtében a formaldehid nem érintkezik a belső szervekkel, hatása korlátozódik a levegővel közvetlenül érintkező szövetekre. A beltéri levegőben magasabb koncentrációban megtalálható formaldehid irritálja a szem és a felső légutak nyálkahártyáját. Tünetek: égő, viszkető szemek, szűró érzés az orrban és a torokban, vízszerű orrfolyás vagy az orr eldugulása. Ha az irritáció továbbra is fennáll, fejfájás, fáradtság, rossz közérzet alakul ki. A szaglásérzékelés határa: 0,05 ppm–1,00 ppm, 0,3 ppm-től szemirritációt okozhat, hatása 1,00 ppm felett jelentős (Bundesamt für Gesundheit 2010).

Nagyobb koncentráció asztmás embereknél a tünetek erősödését, fulladást, valamint fejfájást okozhat. Újabb kutatások alapján ismertté vált, hogy a formaldehid nemcsak a – ritkán előforduló – orr-rákhoz,

hanem a gyakrabban előforduló leukémia kialakulásához is hozzájárul. Egy hónapokon vagy éveken át tartó nagy formaldehid-terhelés befolyásolja a tüdő funkcióit, és növeli a légúti megbetegedések rizikóját. A nyálkahártya tartós sérülése hozzájárulhat az orr- és a garatdaganatok fejlődéséhez is. Az Egészségügyi Világszervezet Nemzetközi Rákkutatási Hivatala 2004-ben emberi rákkeltő hatású anyaggá minősítette (WHO 2010).

#### *Előírások, szabályozások*

A Bundesamt für Gesundheit (svájci egészségügyi tartományi hivatal) ajánlásai alapján a károsodások elkerülése érdekében, a formaldehid-koncentráció mértéke nem haladhatja meg a 0,1 ppm-et (ez megfelel 125 µg-nak levegő m<sup>3</sup>-enként). Ezt az iránymutatást küszöbértékként kell értelmezni, mert ez alatt még nem okoz egészségkárosodást. Ha ezt az értéket túllépi a károsanyag-koncentráció, akkor azonnal intézkedni kell a terhelés csökkentése érdekében. Az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organisation – WHO) 2010-es szabályozásában részletesen kitér a formaldehid vizsgálatára. Számos, környezetben mért koncentráció alapján az 1. táblázatban bemutatott határértékeket határozták meg. Magyarországon több rendelet szabályozza a formaldehid-készítmények csomagolását, használatát, forgalmazását, a kibocsátási határértékeket és a formaldehid alapú hulladék kezelését, stb. A légszennyezettség határértékeiről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 14/2001. (V. 9.) KöM–EüM–FVM együttes rendelet szerint a formaldehidre az egészségügyi határérték 24 órás átlagban: 12 mg/m<sup>3</sup>. Veszélyességi fokozat I., tehát különösen veszélyes (4/2011. (I. 14.) VM rendelet). A formaldehidre már világszerte több évtizede léteznek határértékek (Repace 1982). A formaldehidre – a veszélyes anyagokra vonatkozó – 2006-os műszaki szabvány Technische Regeln für Gefahrstoffe – TRGS 900 szerint maximális mun-

**1. táblázat** A formaldehid koncentrációjának határértékei (WHO, 2010)

**Table 1** Limit values of formaldehyde concentration (WHO 2010)

Forrás	Koncentráció [mg/m <sup>3</sup> ]
Kültér	< 0,01
Beltér	
Családi ház	0,01 - 0,1
Iskola	< 0,05
Középület	< 0,0025

kahelyi koncentrációként jelenleg is  $0,62 \text{ mg/m}^3$  határérték van érvényben. A Német Kutatási Társaság (DFG) egészségkárosító munkanyagok vizsgálatára létrejött bizottsága  $0,37 \text{ mg/m}^3$  határértéket javasolt  $1,24 \text{ mg/m}^3$  maximális csúcskoncentráció értékkel (Technische Regel für Gefahrstoffe 900).

Példaként szeretnénk megemlíteni egy nagy bútorkereskedelmi cég esetét. Az 1990-es évek első felében mérések során kiderült, hogy az általuk forgalmazott bútoroknál a formaldehid és VOC anyagok emissziója jelentős. A cég hasonló esetek elkerülése érdekében saját előírási rendszert hozott létre, melyek betartását a gyártás során kötelezővé tette.

Az EU-ban egyre szigorodó előírások várhatóak a jövő évtől kezdődően a formaldehid és VOC anyagok emissziójának csökkentésére (Formacare).

### Esettanulmány

A tanulmány célja bemutatni egy alacsony energia-felhasználású, könnyűszerkezetes faház beltéri levegőjében mért formaldehid koncentrációjának változását téli és nyári időszak alatt. A házba – a kivitelezés befejezése után – nem költöztek be, csak kísérleti jellegű mérések folytak. A kísérletünk része volt megfigyelni, hogy az egyes mérések eredményeit miként befolyásolják a belsőépítészeti utómunkálatok (beltéri ajtók behelyezése, faburkolat szegélyezése, stb.). Az épület kulcsrakész kivitelezését 2012 nyarán fejezték be. Alapterülete  $120 \text{ m}^2$ , földszint plusz tetőtérrel. A földszinten található előszoba, nappali+konyha, szoba, fürdőszoba. A nappaliból vezet fel egy lépcső a galériába, ahonnan nyílik egy szoba a tetőtérbe.

Az épület szerkezete favázból és egy speciális kísérleti szigetelőanyag mellett isocellal hőszigetelt fa panelekből áll, mely kívülről vakolt, belül pedig

gipszrost lapokkal burkolt. A beltéri válaszfalak szintén vázszerkezetű fapanelek. A fűtése keringtetett meleg levegővel történik. Emellett a földszinten elektromos padlófűtés segít rá a fűtésre télen, amennyiben az szükséges. A mintavétel helyiségeinek jellemzőit a 2. táblázat tartalmazza.

### Helyszíni mérés

A helyszínen aktív mintavételi eszközt alkalmaztunk. A mintavételezés során, a laboratóriumi mérések pontosságának érdekében, a beltéri levegő fizikai jellemzőit már 24 órával a mintavételezést megelőzően beállítottuk. Így a mintavételt stacioner állapotban végeztük el. A helyiség szellőzése csak természetes úton, az esetleges réseken jött létre. A mintavételnél felhasznált aktív mérőeszközre két mintavételi csövet csatlakoztattunk. Az egyik mintavételi cső típusa Tenax TA 200 mg-os rozsdamentes acél cső, 90 mm hosszú a VOC anyagok mintavételezésére.

Szívási idő: 60 min  
 Szívási sebesség: 100 ml/min  
 Átszívott levegő térfogata: 6000 ml

A másik 150/300 ml dinitrofenil-hidrazinnal impregnált szilika géles töltetű cső formaldehid mintavételére:

Szívási idő: 240 min  
 Szívási sebesség: 200 ml/min  
 Átszívott levegő térfogata: 48000 ml

### Mérési eredmények és azok értékelése

A beltéri levegőből vett minta formaldehid-tartalmának meghatározása az ISO 16000-3:2001 szabványok szerint történt a Wessling Hungary Kft. környezetanalitika laboratóriumában. Az épület kivitelezésének befejezése után, a fűtés beindítása előtt végeztük az első mérést, a további hármat pedig havonta 1-1 alkalommal.

### 2. táblázat Helyiségek jellemzői

Table 2 Characteristics of the rooms

	Helyiség	Szerkezet	Burkolat	Felület [ $\text{m}^2$ ]	Megjegyzés
1	Nappali	Padló	Kerámia burkolat	25,4	bútorozatlan
		Fal	Gipszrost/Fa	50,0/30,0	
		Mennyezet	Kezeletlen fa	48,5	
2	Szoba	Padló	Kerámia burkolat	12,0	bútorozatlan
		Fal	Gipszrost/Fa	17,0/16,0	
		Mennyezet	Vakolat	12	
3	Fürdőszoba	Padló	Kerámia burkolat	5,04	bútorozatlan
		Fal	Kezeletlen fa	24,1	
		Mennyezet	Vakolat	5,04	
4	Tetőtér	Padló	Kezeletlen fa	10	bútorozatlan
		Fal	Kezeletlen fa	28,5	
		Mennyezet	Kezeletlen fa	2,3	



Az 1. mérésnél a beltéri ajtók még nem voltak beszerelve. A nappali helyiségében végeztük a mérést. A formaldehid ( $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) koncentráció értéke jóval alatta maradt a WHO által meghatározott maximális értéknek ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A 2. mérésnél a beltéri ajtókat még nem szerelték be, viszont a légfűtést már bekapcsolták. A ház három legjellegzetesebb pontján történt a mintavétel. A nappali a legnagyobb légterű helyiség ( $123 \text{ m}^3$ ), a szoba egy átlagos méretű helyiség ( $33 \text{ m}^3$ ), mely nincs közvetlen kapcsolatban a nappalival, a tetőtéri helyiség pedig  $45 \text{ m}^3$ . A kültéri levegőből is vettünk mintát. A kültéri levegőben a formaldehid értéke ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nem volt magasabb a beltérben mért koncentráció legmagasabb értékénél ( $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A beltéri formaldehid-koncentráció az előző méréshez képest jelentősen csökkent, feltehetően a légfűtés hatására.

A 3. mérés idejére a beltéri ajtókat beszerelték, kivéve a tetőtéri szobánál, ezért ennél a mérésnél a harmadik mintát a fürdőszoba helyiségéből vettük. A ház kimagaslóan jó szigeteltsége miatt a légfűtést jóval kevesebbszer kellett bekapcsolni a  $18^\circ\text{C}$  átlagos hőmérséklet eléréséhez. A belsőépítészeti utómunkálatok hatása (szegélyek elhelyezése, beltéri nyílászárók beépítése) viszont jelentősen megmutatkozik a formaldehid értékén. A beépített faanyag méretre szabása miatt a formaldehid értéke  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mely meghaladja a WHO által megadott  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -t.

A 4. mérés előtt – kísérletképpen – a légfűtés és a padlófűtés bekapcsolásával a beltéri levegő hőmérsékletét  $21^\circ\text{C}$ -ra növeltük. A formaldehid értéke lecsökkent  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alá, mindegyik helyiségben megközelítette vagy meghaladta a kezdeti mért értéket ( $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Feltételezhetően a belső munkálatok befejezése után a koncentráció visszaesett, majd a magasabb hőmérséklet hatására újra felemelkedett (3. táblázat). A nyári időszak alatt kétszer vettünk mintát, amikor a legmelegebb napok voltak (június és július során). Az épületben nem működött semmilyen gépészeti berendezés, a szellőzés természetes módon történt.

Az 5. mérés eredménye nem mutatott nagy eltérést

a téli időszak 4. méréséhez képest. A formaldehid koncentrációja a fürdő helyiségben volt a legmagasabb ( $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mivel ennek a helyiségnek nincs ablaka, a szobában mért érték ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) magasabb volt az előző mért értéknél ( $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), a nappaliban mért érték ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) szintén magasabb volt az előző értéknél ( $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A 6. mérés formaldehid-értékei viszont csökkentek mind a három helyiségben (4. táblázat).

### Következtetések

A különböző évszakokban és a különböző épületgépészeti jellemzők mellett végzett méréseink alapján megállapítottuk, hogy a beltéri formaldehid-koncentrációra több tényező is hatással van. A fűtési időszak előtti mért érték emelkedését idézte elő a bekapcsolt padlófűtés és légfűtés. Ez megegyezik a (Reponen et al. 1991) tanulmány által közöltekkel, vagyis az emelkedett belső hőmérséklet és a légfűtés következtében létrejövő légcserre hatására csökken a formaldehid-koncentráció. Az utólagos belsőépítészeti munkálatok (beltéri faajtók beszerelése, faburkolat szegélyezése, stb.) kiemelkedő növekedést okoztak a formaldehid-koncentrációjában a 3. mérés során. Ezek az értékek azonban a következő mérésre (4. mérés) lecsökkentek, feltételezhetően a folyamatos légfűtés hatására. A nyári időszak mérései kimutatták, hogy a formaldehid-koncentráció az idő elteltével folyamatosan csökken, ami megegyezik a (Reponen et al. 1991) tanulmány megállapításával, miszerint a formaldehid emissziójának csökkenése figyelhető meg a beépítés után. A kinti  $40^\circ\text{C}$ -os hőség ideje alatt a beltéri levegő hőmérséklete jóval  $30^\circ\text{C}$  alatt maradt, köszönhetően a jó hőszigetelésnek ( $24\text{--}26^\circ\text{C}$ ), ami nem befolyásolta a formaldehid-koncentráció változását.

### Köszönetnyilvánítás

Ez a tanulmány a Környezettudatos energia hatékony épület című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0068 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap

### 3. táblázat Téli időszak alatt mért beltéri formaldehid-koncentrációk

Table 3 Indoor concentration of formaldehyde during winter time

Téli időszak	1. mérés	2. mérés			3. mérés			4. mérés		
Mérés időpontja	2012.12.10	2013.01.17			2013.02.14			2013.03.07		
Hőmérséklet [ $^\circ\text{C}$ ]	18	18			18			21		
Relatív páratartalom [%]	41	37			37			40		
Mérési hely	Nappali	Nappali	Szoba	Tetőtér	Nappali	Szoba	Fürdő	Nappali	Szoba	Fürdő
Formaldehid [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	34	11	4	10	130	10	23	32	21	49

**3. táblázat (folyt.)** Téli időszak alatt mért beltéri formaldehid-koncentrációk**Table 3 (count.)** Indoor concentration of formaldehyde during winter time

Nyári időszak	5. mérés			6. mérés		
Mérés időpontja	2013.06.14.			2013.07.14.		
Hőmérséklet [°C]	24			26		
Relatív páratartalom [%]	43			43		
Mérési hely	Nappali	Szoba	Fürdő	Nappali	Tetőtér	Fürdő
Formaldehid [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	41	35	51	32	24	40

társfinanszírozásával valósult meg. A mérések a Wessling Hungary Kft. környezetanalitikai laboratóriuma jóvoltából valósulhattak meg.

**Irodalomjegyzék**

4/2011. (I. 14.) VM rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről <http://www.kvvm.hu/olm/info.php>

Anderson Ib, Lundqvist GR, Molhave L (1975) Indoor air pollution due to chipboard used as a construction material, *Atmos. Environ.* 9, 21.

Breuer H: SH Atlasz - Kémia (1995) Springer Verlag ISBN 963 8455 68 3, p. 264 - 369

Bundesamt für Gesundheit (2010) Abteilung Chemikalien Formaldehyd in der Innenraumluft, <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/05381/index.html>

Dunky M (1998) Urea - formaldehyde (UF) adhesive resins for wood. *International Journal of Adhesion & Adhesives* 18 (1998) 95 - 107

Emery J (1986) Formaldehyde release from wood panel products with phenol formaldehyde adhesives. In: Meyer B et al., editors. *Formaldehydes release from wood products*. ACS symposium series, 316. Washington, DC: American Chemical Society, 1986. p. 26-39.

Guo H, Murray F, Lee S-C (2002) Emissions of total volatile organic compounds from pressed wood products in an environmental chamber, *Building and Environment* 37 1117 - 1126

Hematabadi H, Behrooz R, Shakibi A, Arabi M (2012) The reduction of indoor air formaldehyde from wood based composites using urea treatment for building materials, *Construction and Building Materials* 28 (2012) 743-746

Kelly TJ, Smith DL, Satola J (1999) Emission rates of formaldehyde from materials and consumer products found in California homes, *Environ. Sci. Technol.* 33, 81.

Kim S, Kim H-J (2005) Comparison of standard methods and gas chromatography method in

determination of formaldehyde emission from MDF bonded with formaldehyde-based resins, *Bioresource Technol.* 96, 1457.

Kim S, Kim H-J (2005) Effect of addition of polyvinyl Acetate to melamine-formaldehyde resin on the adhesion and formaldehyde emission in engineered flooring, *Int. J. Adhes. Adhes.* 25, 456.

Namiesnik J, Gorecki T, Kozdron-Zabiegala B, Lukasiak J (1992) Indoor Air Quality (IAQ), Pollutants, Their Sources and Concentration Levels. *Building and Environment*, Vol. 27, No. 3, pp. 339-356

Qian XY (2006) Development of the Chinese wood-based panel industry in the coming five years, *China Wood Industry*; 20:12-5

Repace, JL (1982) Indoor Air Pollution. *Environment International*, Vol. 8, pp. 21-36

Reponen T, Raunemaa T, Savolainen T, Kalliokoski P (1991) The effect of material ageing and season on formaldehyde levels in different ventilation systems, *Environavant International*, Vol. 17, pp. 349-355, 1991

Rothweiler H, Wager PA, Schlatter C (1992) Volatile organic compounds and some very volatile organic compounds in new and recently renovated buildings in Switzerland, *Atmos. Environ.* 26 ,2219-2225.

Takáts P (1994) Faalapú kompozit lemezek formaldehid tartalmának meghatározása Sopron, egyetemi jegyzet, 1-35

Technische Regel für Gefahrstoffe 900: <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-900.html>

Tuomaninen M, Pasanen A-L, Tuomaninen A, Liesivuori J, Juvonen P (2001) Usefulness of the Finnish classification of indoor climate, construction of indoor climate between two new blocks of flats in Finland, *Atmos. Environ.* 35, 305-313.

World Health Organisation WHO, (2010) WHO Regional Office for Europe: Guidelines for Indoor Air Quality - Selected Pollutants, ISBN 978 92 890 0213 4

Zhongkai H, Yinping Z, Wenjuan W (2012)  
Formaldehyde and VOC emissions at different  
manufacturing stages of wood-based panels.  
Building and Environment 47,197-204

Repace, J. L., (1982) Indoor Air Pollution.  
Environment International, Vol. 8, pp. 21-36

## Vietnam faipara: robbanásszerű fejlődés veszélyekkel

MOLNÁR András<sup>1</sup>, PÁSZTORY Zoltán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NymE FMK Innovációs Központ

### Kivonat

Vietnam – hasonlóan Kínához – sajátos fejlődési utat járó szocialista ország. Faipara az elmúlt 10–15 évben döbbenetes fejlődésen ment keresztül, mára a világ 15 legnagyobb bútorexportőre között van. Fa- és fatermék-termelése napjainkra mintegy 2 milliárd USD, bútoriparának termelési értéke pedig meghaladja a 4 milliárd USD-t. A gyors fejlődéshez a szűkös hazai alapanyag-készlet nem elegendő. Egyrészt az ország komoly erőfeszítéseket tesz ültetvényerdők létesítésére, másrészt a világ minden részéről importál faanyagot. A faimport ugyanakkor jelentős veszélyekkel is jár. Bár a vietnami vezetés már a faipari „boom” előtt észlelte a trópusi természetes erdők véres pusztulását és ezért drasztikusan korlátozta a természetes erdőkből való kitermelést, ugyanakkor a térség más országai ezt nem tették meg, vagy nincs erejük az illegális kitermelés visszaszorítására. A robbanásszerű fejlődés más szempontból is hordoz veszélyeket. A fejlődés igénye háttérbe szorítja a környezetvédelmet és a munkavédelmet. Ma ez versenyelőny, de az esetleg okozott károk visszavonhatatlanok, illetve a termékek árába be nem épített költségek a távlati versenyképességet rontják.

**Kulcsszavak:** Vietnam, fafeldolgozás, hengeresfa, bútoripar

## The wood industry of Vietnam: a development boom with risks

### Abstract

Vietnam is a socialist country developing in a special way, similarly to China. Its wood industry got through an incredible development in the past 10–15 years. Today, Vietnam is one of the 15 biggest furniture exporters of the world. The value of its annual wood and wood products turnout is above 2 billion USD, while the value of the furniture production exceeds 4 billion USD. The domestic wood supply is not sufficient to satisfy the demands of the quickly growing industry. The country makes serious efforts to establish wood plantations, and imports wood material from all over the world. At the same time, wood import bears remarkable risks. Although the Vietnamese governance recognized the critical destruction of tropical forests well before the boom of the wood industry and drastically restricted the logging from the natural forests, other countries in the region either did not, or have no power to restrain illegal cutting. The quick development is fraught with danger from other aspects as well. The need of development overshadows the environment protection and labour safety. Today it provides a competitive advantage but the occurrent damages are irreversible and the hidden costs will decrease the competitiveness in the future.

**Key words:** Vietnam, wood processing, roundwood, furniture industry